

农作物病虫害及其防治丛书

水稻白叶枯病及其防治

伍尚忠 编著

上海科学技术出版社

2813
95

农作物病虫害及其防治丛书

水稻白叶枯病及其防治

伍尚忠 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏泗阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.925 字数 99,000

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数 1-12,000

书号: 16119·782 定价(科三): 0.59元

内 容 提 要

本书的内容,主要取材于近三十年来国内外在水稻白叶枯病上的科研成果和生产实践经验。全书共分十个方面阐述:即本病的发生及研究现状,症状的类型及诊断,病原细菌,稻白叶枯病的噬菌体及外寄生菌,侵染循环,发病条件,品种抗病性,种子带菌的检验技术与病害的预测预报,化学防治和水稻白叶枯病的综合防治等。本书对白叶枯病病理过程的基础理论知识,作了比较详细叙述,对各种防治方法进行了探讨。内容理论联系实际,可为研究和防治本病作参考。

本书可供植保人员,植保科研人员及农业院校师生等参考。

编者的话

水稻白叶枯病的研究已有数十年的历史。近三十年来，世界各国对本病的研究，特别是抗病育种、化学防治、病原细菌的生物学特性、噬菌体的研究和利用、病害的侵染与田间生态和预测预报等方面都分别取得了较大的成果和进展。在发病规律方面有了进一步的见解，育成的抗病品种，在生产应用上收到了显著的成效。但对病害的侵染问题，其中如对种子带菌和杂草传病重要性的认识仍有不同的看法；化学防治上仍是欠缺实用性的高效药剂。

从研究问题的现状看，病害侵染的生态学、药剂防治和抗病育种等，仍然是今后研究、解决本病的三项主要课题。

我应上海科学技术出版社之约，在过去工作的基础上，再把国内外近三十年来在这方面的研究成果，和所收集到的文献资料，编写成此书，以供读者对本病的发生与防治，以及今后研究的动向，有所了解 and 认识。初稿完成后，趁 1981 年在菲律宾国际水稻研究所工作期间，又将所查阅和收集到的一些文献资料，其中着重在病害发生的症状类型、病菌侵染的田间生态和抗病育种的基础理论知识以及对本病原细菌的鉴定技术和检验方法等方面，作了一些增补。

由于篇幅所限、水平不高、所编写的内容如有不尽完善或观点上有谬误之处，尚希读者批评指正。

伍尚忠

1982 年 5 月定稿于广东省农科院植物保护研究所

目 录

编者的话

一、概说	1
二、症状和诊断	5
1. 典型白叶枯病症状	5
2. 雕萎型白叶枯病症状	7
3. 黄叶型症状	9
三、病原细菌	11
1. 稻白叶枯病原细菌的命名	11
2. 形态特征	11
3. 病原细菌的分离及培养性状	12
4. 生理生化特性	14
5. 培养基	18
6. 对抗菌素的反应	20
7. 其他培养条件的要求	20
8. 白叶枯病菌毒素的产生	21
9. 菌种的保存	22
10. 菌株的复壮	23
四、稻白叶枯病菌的噬菌体及外寄生菌	24
1. 噬菌体的生活圈及它的形态特征	24
2. 噬菌体的理化性质	25
3. 噬菌体的分类	26
4. 噬菌体的分离、纯化及保存	27
5. 外寄生菌	28

五、侵染循环	30
1. 病害的侵染来源	30
2. 病原细菌的入侵途径和传播方式	38
3. 病害的发生与区域性	51
六、发病条件	55
1. 气象条件与发病	55
2. 寄主品种的发育生理与发病	56
3. 肥水栽培管理技术对发病的影响	61
七、品种抗病性	64
1. 稻白叶枯病的抗病育种概况	64
2. 抗性鉴定技术	65
3. 抗源的评价与利用	70
4. 病原菌系的鉴定	86
5. 抗性遗传基因分析	97
6. 抗性机制	100
7. 抗病育种的方法及对策	101
八、种子带菌的检验技术与病害的预测预报	104
1. 种子带菌检验技术	104
2. 病害的预测预报	105
九、化学防治	109
1. 化学防治的重要性	109
2. 药剂的种类及作用机制	109
十、水稻白叶枯病的综合防治	113
1. 选用抗病品种	113
2. 培育无病壮秧	116
3. 切实抓好水、肥栽培管理	120
十一、主要参考文献	123

一、概 说

稻白叶枯病乃是亚洲稻米生产国的一个重要病害。据报道,此病早在 1884 年已于日本发现。

稻白叶枯病在我国南方稻区发生也有七、八十年的历史了。据广东省珠江三角洲稻区群众的追忆,此病常随着洪水泛滥而普遍发生为害。解放前此病在江苏、浙江一带也有发生,但没有受到注意。直至 1954 年后全国组织了协作,才对本病进行了调查研究。水稻白叶枯病在我国各地也有种种不同的名称。在广东称为“霎苗”、“炼禾”、“着风”、“筛禾”,江西称为“黄毛瘴”、“地火”,安徽称为“游火”、“地火”,湖北称为“发癭”,浙江称为“茅草瘟”等,这些名称的产生都不仅仅是由于白叶枯病的症状,有时还包括由于其他原因所引起的生理性或其他病原侵染所引起的一些稻株枯黄现象。

稻白叶枯病在我国的发生,五十年代还仅局限于长江以南的十多个省、市,六十年代以后随着多肥、密植高产栽培和矮种的推广,病区种籽的调运和输出,此病的发生为害日益严重,很快就全面扩展蔓延;目前,除新疆维吾尔自治区外,全国各地都有不同程度的发生。

稻白叶枯病的发生已遍及全球各水稻栽培地区。在世界各国记载发生本病的,除日本外,还有朝鲜、菲律宾、越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸、马来西亚、印度尼西亚、孟加拉、印度、尼泊尔、斯里兰卡、巴基斯坦、澳大利亚、马达加斯加、苏联、墨西哥、哥斯达黎加、洪都拉斯、萨尔瓦多、巴拿马、哥伦比亚、委内瑞拉和玻利维亚以及美国的南部地区。

本病最初发现于叶部，初期定名为白叶枯病 (bacterial leaf blight)。1950年由 Reitsma 和 Schure 在印度尼西亚发现了另一种克列赛克 (Kresiek) 症。当时被认为是一种新病害，1964年经后藤研究证实是由同一病原细菌感染所引起的一种急性枯萎症状。之后，在马来西亚、菲律宾、印度、日本，甚至近年来在我国及尼泊尔都发现有这一症状。此外，后藤正夫在菲律宾还研究报道了一种称为黄叶型症状。这样，稻白叶枯病就有三种症状类型。因此，也有人按病原细菌在水稻的不同入侵部位所引起的不同症状表现，称为苗枯 (seedling blight) 和叶枯 (leaf blight)，直至最近又将本病的病名统一称为水稻细菌性枯萎病 (rice bacterial blight)。为了便于我国广大读者的阅读，本书仍沿用旧名“稻白叶枯病”。

水稻由于白叶枯病的发生和为害，常造成不同程度的损失。受害后，叶片枯萎，严重妨碍光合作用的进行，影响了稻穗的充实，致使不实粒增加、千粒重减轻、米质脆裂、食味很差，一般减收 20~30%，严重的达 50%。一些感病的品种在严重发病后减产常达 70~80%，更严重的可引起“死胎”、不能抽穗。苗期或分蘖初期发生“克列赛克”症（即我国的雕萎型白叶枯病，下同），往往引起大量死苗缺株，轻病田一般缺株率 5~10%，严重的达 50~60%，个别严重的甚至毁种重栽。由于这种症状发生早、死株多，因此其为害损失有时比典型白叶枯更为严重。上述的两种症状，在一些感病品种上经常并发。从全国情况看，因本病所招致的为害损失，以南方籼稻区比北方粳稻区较重，而早、中稻又往往比晚稻较重；但近年来华南沿海的晚稻又反比早稻严重。发病轻重主要视品种感染性、气候环境条件和水稻的孕穗至抽穗期是否处于适宜的发病时期而定。

除白叶枯病外,在水稻上发生的细菌病还有下列几种。

水稻细菌性条斑病 这是一种常与白叶枯病并发的细菌病,它的发生流行规律与白叶枯病基本相同。1918年在菲律宾雷恩京曾报道过有类似本病症状的发生,直至1957年才由我国方中达等正式鉴定为细菌性条斑病,病原细菌为 *Xanthomonas oryzae* Fang et al., 最近改名为 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Fang, Ren, Chen, Chu, Faan, and Wu 1957) Dye-1978。在广东范怀忠及笔者对此病的发病规律及防治进行了系统的研究,并提出了防治措施,已基本上消灭为害。本病的典型症状是,在叶片上首先发生水渍状暗绿色条斑,后期由于条斑相互融合而呈现枯白斑块,或与白叶枯并发时,远望很似白叶枯症状,因而早期的研究工作者常将两病互相混淆。细菌性条斑病菌可以从叶面气孔入侵,引起条斑症状在叶面上大量发生,并在斑上溢出成串的珠状细菌液。这一点是与稻白叶枯病截然不同的。

稻细菌性褐条病 是我国南方稻区在苗期或成株生育初期稻苗受浸后经常发生的一种细菌病,病原细菌是 *Pseudomonas setariae*; 现改为 *Pseudomonas syringae* pv. *panici* (Elliott 1923) Young, Dye and Wilkie, 1978。此病在发生后,由于冠水引起的稻苗心腐发臭,在叶鞘与叶片连接处的中脉上出现水渍状褐条,也往往引起大量死苗死株。病情的轻重与稻苗侵染的时间长短成正比。

水稻细菌性褐斑病 是一种在我国东北稻区曾一度发生过的细菌病。病原细菌为 *Pseudomonas oryzae* Klement, 现改名为 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Van Hall 1922) Young, Dye and Wilkie, 1978。此病即与匈牙利 Klement 报道的“Bruzzone”褐斑病相同。主要为害叶片及叶

鞘或茎秆,使之产生褐色病斑,引起死株。

水稻茎基腐病 是一种发生于稻株茎基部、叶鞘与茎部连接处的细菌病。1978年后藤报道并鉴定为由菊欧氏杆菌(*Erwinia chrysanthemi* Burkl et al.)侵染所引起,早期症状与一般的细菌性鞘腐病相似,但该病菌主要侵害茎秆的基部与根颈部,导致茎基部腐烂,骤看有点与稻雕萎型白叶枯症状相似。1979年笔者等在印度派脱拉(Patna)地方亦发现此病,除叶鞘与假茎连接处腐烂外,还有 *Erwinia* 菌引致组织腐烂的臭味。

此外,枊内在早期也报道过在米粒上发生的“黑蚀米”,是由 *Pseudomonas itoana* Tochinai (现改名为 *Xanthomonas itoana*(Tochinai) Dowson)侵染引起的,导致米粒变黑。

二、症状和诊断

1. 典型白叶枯病症状

典型白叶枯病症状主要发生在叶片及叶鞘部位。病菌自叶片的叶尖或叶缘入侵后先产生黄绿色、水渍状条纹斑点，以后沿叶缘一侧或两侧，或沿叶片中脉继续发展成为波纹状的黄色、黄绿色或灰绿色病斑；病部及健部分界线明显，病斑于数天后转灰白色，并向内卷曲，远望一片枯稿色，所以称为白叶枯病。在空气湿度大或雨后的傍晚和清晨露点大时，病叶上的新鲜病斑块上，有时甚至在未表现病斑的叶缘上吐出混浊状的水珠或蜜黄色胶珠状的细菌脓。干涸后硬结成粒，容易脱落(图1)。

白叶枯病的症状主要发生于叶片，但在一些感病品种上，病斑可以从叶片向下延展至叶鞘；初黄白色后转为灰白色，叶鞘最终亦呈干枯。

白叶枯病的症状表现往往随着水稻品种、发病时期和环境条件的不同而异。在籼稻上的叶枯病斑多半呈黄至黄绿色，在粳稻上则多半呈灰绿至灰白色。在感病品种上，初期的病斑呈开水烫过的灰绿色，很快便向下发展呈长条状黄白色。而在抗病品种上，病斑发展很慢，呈褐色斑纹。

白叶枯病斑的形成和发展速度，还与温度、湿度等气象条件有密切关系。本病实际上是以苗期开始感染发生，连作早稻生长初期温度较低；因此，在苗期或分蘖初期、病斑的症状不大明显。等到幼穗分化后进入孕穗期间，温度显著升高，

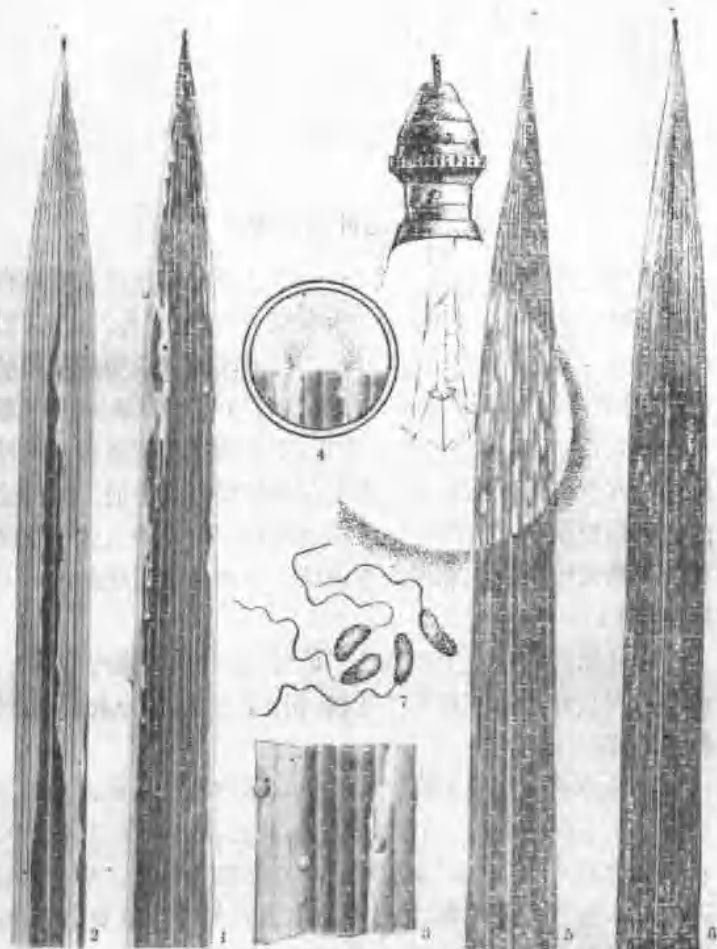


图 1 水稻白叶枯病症状

水稻白叶枯病 1. 初期病叶, 2. 后期病叶, 3. 病部上的菌脓,
4. 从病部上溢出的细菌;

水稻细菌性条斑病 5. 初期病叶对光观察病斑呈半透明状, 6. 后期
病叶和病部上的菌脓, 7. 两种病的病原细菌。

有利于本病的发展,于是,典型白叶枯的症状就明显表现。但在连作晚稻或一季中稻上,是可以在苗期看到典型白叶枯症状的。移植带病的秧苗,大田内稻株上可在半个月左右出现典型新病斑。

严重发病田的谷粒感染后,颖壳呈现出水渍状边缘的变色斑点。在谷粒尚幼嫩青绿时,斑点的症状是明显的;成熟后,病粒转为灰色或黄白色。

2. 雕萎型白叶枯病症状

雕萎型白叶枯病症状主要发生于秧苗及移植前后。幼株感病后,在秧苗生育后期或本田移植后1至4周内,能够陆续表现症状。

根据三年来田间病情观察及人工接种的试验结果,我们认为苗期或分蘖期出现的雕萎病株症状是“失水、青枯、卷曲、雕萎”。症状的产生主要是病原细菌自叶面伤口、自然孔口、伤茎或断根等部位入侵,病菌在稻苗内沿维管束向其他器官部位转移,分泌毒素破坏并堵塞输导组织后而引起秧苗失水,最后整株雕萎。雕萎株发生前期,在大田上或接种株的叶片上往往是,在病菌的入侵点(叶尖水孔或伤口)上首先出现水渍状灰绿色急性型病斑,然而迅速沿主脉向下扩展至叶鞘,感病后的叶片及叶鞘很快干枯或甚至死亡脱落,7~10天后便出现雕萎株、心叶卷曲,形似螟害枯心,只要把枯萎株拔起,剥开枯萎心叶,剖视病株假茎褐变部位,并用手挤压断口,可见有大量黄白色至黄色涕状菌脓溢出;而螟害枯心株的断口只有褐色虫咬食痕。剖视病株的叶鞘内侧,亦常见有大量菌脓溢出。病菌如从茎部或断根以及自根点伸长的新根所穿破的鞘部伤口入侵时,能迅速直接入侵心叶或假茎组织。雕萎出

现早,茎部叶片或心叶都可因症状发展严重而先后卷曲;但有时往往在伸长的心叶上伤口处出现叶枯型病斑。雕萎株叶鞘内侧溢出的菌脓数量一般比典型白叶枯病株要多得多。

雕萎型症状还可在孕穗至抽穗期的稻株上产生,在栽种杂交水稻的田上,后期采用的割叶、割根和深灌水时,特别在一些高感品种上常发生“穗雕萎”症状,轻者稻穗半抽、不结实或结实很差,严重者穗苞枯死,剑叶雕萎(图2)。



图2 雕萎型白叶枯症状

左: 无病株; 右: 病株。

田间及人工接种比较症状的发展过程,与後藤所述相同,雕萎型症状与典型白叶枯症状可以单独发生或同时并发。但症状出现的先后依发病条件而定。雕萎型症状的发生、发展,与病菌的入侵途径、病原细菌的致病力、以及品种的感染性都有密切的关系。根据我们的试验结果,凡是致病力较强的菌株,不论自叶片伤口或茎部伤口入侵,都很容易发生雕萎株。

用强烈的刺茎法接种弱菌株虽可引起雕萎症状，但如改用叶片伤口或水孔入侵接种，则多发生叶枯型病斑而不一定出现雕萎株。引起稻苗雕萎的主因是病菌入侵稻株的生长点，或假茎节部的维管束组织受到破坏所形成的失水萎蔫症状。田间出现的大量所谓“枯心苗”，大多数是雕萎株的后期症状。植株出现“失水、凋枯、卷曲、雕萎”有一个过程。雕萎型症状是病菌对秧苗或幼株的系统侵染的结果。而白叶枯症状则多是病菌在叶片上行局部侵染所致。这些都可以通过对各种不同症状类型的病株解剖检验来加以阐明的；同时也可以从大田观察症状的发生、发展全过程。雕萎症状与典型白叶枯症状可以相互转化，两种症状有时可单独发生或同时并发。

秧苗受浸，拔秧时割叶、伤根，洗秧把或打秧头所造成的伤叶、伤茎都有利于病菌的入侵，引起雕萎症状的发生。

3. 黄叶型症状

黄叶型症状是近年来在热带地区稻田上发现的一种症状。此症状多见于成株上的心部新叶，得病后呈淡黄至青黄色；而其他下位叶片多呈正常绿色。在广东，当连作晚稻的一些高感品种上严重发病后，新抽的叶片也呈黄绿色至淡绿色，也很类似黄叶型症状。在黄叶型的病叶上，一般都难以检出细菌；但在感染的叶片下方的节间及假茎部则大量带菌，在尚未足以破坏茎节的输导组织时，仍能为幼叶供应少量的养份，致使叶片呈半死不活的淡黄色状态。

稻白叶枯病的症状常易与其他在叶片上发生的寄生性或生理性叶枯相混淆，必要时可以采用下列各种辅助方法加以区别。

(1) 玻片法

取洁净玻片一块，加清水一滴，剪下一小段病组织置于水滴中，加盖玻片一块，20~30 秒钟后，对光观察，如为白叶枯病，可见病部的切口两端的维管束处溢出带状的乳白色细菌液。

(2) 保湿法

玻璃试管一支，加入少量清水，将病叶剪下，一端插入水中，一端露出水面，1~2 小时后检查，如为白叶枯病，可见上端切口处排出黄色珠状菌脓。

(3) 插砂法

用瓷碗或其他器皿，加入水饱和的河沙，然后将剪下的病叶一端插入湿沙中，一端露出沙面，如上法检查。

(4) 潜隐病斑检查法

将可疑病株或叶片(包括未出现病状的)切去基部，立即插入盛有 0.3% 碱性复红液(或用市售红墨水一份，泡水 4~6 份)的器皿中，观察红色液体在叶脉中上升移行的情况，可见受枯的病株或叶片的导水组织往往因被细菌堵塞而不上色。

(5) 雕萎型白叶枯病株与螟害枯心的区别

将可疑枯心株拔起，切断茎基部，用手挤压，如切口处溢出涕状黄白色菌脓即为雕萎型白叶枯；如为螟害枯心，则仅见有虫蛀食痕。

三、病原细菌

1. 稻白叶枯病病原细菌的命名

本病原细菌于1923年由石山信一首先鉴定,定名为 *Pseudomonas oryzae* Uyeda et Ishiyama 1923,以后改名为 *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson 1980。1980年根据国际植物病理学会植物病原细菌分类委员会会议定的植物病原细菌重新区分,将本病原细菌重新命名为 *Xanthomonas campestris* 中的一个植病细菌变种 (pathovar),即 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Ishiyama 1923) Dye, 1978。

2. 形态特征

病原细菌的形态特征为短杆状,两头钝圆,大小为 $0.5 \sim 0.8 \times 1.0 \sim 2.0$ 微米,鞭毛极生,长 $6 \sim 8$ 微米,格兰氏染色反应呈阴性,不形成孢子;菌孢外表为粘胶质的胞膜所包裹。在电子显微镜下观察,生长在培养基上的菌孢大小为 $0.55 \sim 0.75 \times 1.35 \sim 2.1$ 微米,生长在寄主组织中的菌孢则为 $0.45 \sim 0.60 \times 0.65 \sim 1.4$ 微米,可见一般在人工培养基上生长的菌孢体型较大,鞭毛的长度大小为 8.75 微米 $\times 30$ 微米。菌孢外部的胶囊体可溶于水,它的化学成分是一种多醣体 (heteropolysaccharide),保护菌孢借以抗旱、抗热或抗其他不良因素的干扰。菌孢经过特殊处理,形成没有胞壁的球型质体后,即丧失致病性。堀野修进一步研究分析了本病原细菌的